

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Návrh dopravní obsluhy mezi Hlučínem a Ostravou s
využitím trolejbusu s hybridním pohonem

Proposition of Transport Service between Ostrava and
Hlučín City by Trolleybus with Hybrid Drive

Student: Lenka Beranová

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: **Lenka Beranová**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Téma: **Návrh dopravní obsluhy mezi Hlučínem a Ostravou s využitím trolejbusu s hybridním pohonem**
Proposition of Transport Service between Ostrava and Hlučín City by Trolleybus with Hybrid Drive

Zásady pro vypracování:

Cíl: Na základě analýzy současného stavu navrhnout řešení dopravní obsluhy mezi Ostravou a Hlučínem s využitím trolejbusu s hybridním pohonem

Osnova:

1. Úvod
2. Analýza současného stavu
3. Návrh řešení
4. Vyhodnocení návrhu
5. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Drdla, P. Technologie a řízení dopravy - městská hromadná doprava. Pardubice, 2005. ISBN 80-7194-804-7.
2. Surovec, P. Provoz a ekonomika silniční dopravy I. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2000, ISBN – 80-7078-735-X
3. Interní materiály dopravní firmy

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домии, что Высшая школа́ ба́ньская – Техни́ческая универси́тета Остра́ва (да́ле же́н „ВШБ-ТУО“) ма́я пра́во нев́ыдѣле́чно к сво́ей вну́трянней потре́бе бакала́рскую ра́боту у́жить (§ 35 одст. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было́ сде́лано, что с ВШБ-ТУО, в слу́чае за́явки з ее́й сто́роны, за́клучу́ лицен́нный сме́лову с о́правне́нием у́жить де́ло в ро́зсаве § 12 одст. 4 ау́торского за́кона.
- было́ сде́лано, что у́жить сво́е де́ло – бакала́рскую ра́боту же́ли по́слать ли́цензи к ее́йму ву́зду́ти мо́гу же́н с со́уласе́м ВШБ-ТУО, кото́рая же́ о́правне́на в та́ковом слу́чае о́де мене́ по́заво́вать прѣ́мере́нный прѣ́спѣ́век на у́граду на́кладу́, кото́рые бы́ли ВШБ-ТУО на ву́твое́ние де́ла ву́нало́жены (а́ж до ее́йх ску́те́чно́й ву́ше).
- беру на ве́домии, что о́де́вздо́нием сво́ей ра́боты со́уласи́м се́ зву́ре́жне́нием сво́ей ра́боты по́сле за́кона ч. 111/1998 Sb., о́ высо́ких шко́лах а́ о зу́мене́ а́ до́плне́нии да́льших за́коно́в (за́кон о́ высо́ких шко́лах), ве́ зу́не́нии по́здѣ́jších прѣ́дпису́, бе́з о́hledu на ву́сле́дек ее́й о́бха́йобы.

V Ostravě:.....

.....

Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Lenka Beranová

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Opavská 6123/18B Ostrava-Poruba, 70800

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

BERANOVÁ, L. Návrh dopravní obsluhy mezi Hlučínem a Ostravou s využitím trolejbusu s hybridním pohonem: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2012, 54s. Vedoucí práce: doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá návrhem dopravní obsluhy mezi Hlučínem a Ostravou s využitím trolejbusu s hybridním pohonem. V teoretické části práci analyzuji současný stav zadané linky, určuji dopravní charakteristiky jednotlivých tras a analyzuji používané vozy na lince. Praktická část práce se zabývá návrhem řešení, ve které jsou popsány změny vlivem elektrifikace úseku. Dále je proveden výběr vhodného hybridního trolejbusu pomocí bodovací metody. V závěru práce je celý návrh porovnán se současným stavem a ekonomicky zhodnocen.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

BERANOVÁ, L. Proposition of Transport Service between Ostrava and Hlučín City by Trolleybus with Hybrid Drive: *Bachelor thesis*. Ostrava: VŠB – Technical university of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of transport, 2012, 54p. Thesis head: doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.

This Bachelor thesis describes proposition of transport service between Hlučín and Ostrava using trolleybus with hybrid drive. Theoretical part analyzes current state of the specified line, determines the characteristics of the individual transport routes and analyzes used vehicles on the line. Practical part deals with design proposition, in which are described changes as a result of electrification of this part of a line. Furthermore, the selection of suitable trolleybus with hybrid drive is made using scoring method. In conclusion, the proposal is compared with current status and economically evaluated.

Obsah

Seznam používaných zkratk a symbolů	7
1. Úvod	8
1.1 Historický vývoj	9
1.2 Dostavba trati	10
1.3 Zrušení trati	11
1.4 Nerealizované projekty	12
2. Analýza současného stavu	13
2.1 Charakteristika Hlučína a Ostravy	13
2.2 Analýza linky	13
2.4 Charakteristiky jednotlivých tras linky	14
2.5 Převážné charakteristiky linky číslo 56	18
2.6 Charakteristika nasazovaných vozidel	20
3. Návrh řešení.....	24
3.1 Elektrifikace traťového úseku Luděřovice, Kostel - Ostrava, Sad B. Němcové	24
3.2 Technické parametry elektrifikovaného úseku na lince.....	25
3.3 Charakteristiky jednotlivých tras.....	26
3.4 Navrhované převážné charakteristiky na lince	28
3.5 Alternativní pohony motorových vozidel	29
3.6 Výběr trolejbusu	33
3.7 Princip trolejbusu s dieselovým agregátem.....	38
3.8 SWOT analýza.....	40
4. Ekonomická analýza.....	41
4.1 Ekonomická analýza současného stavu	41
4.2 Ekonomická analýza navrhovaného řešení	42
4.3 Zhodnocení řešení.....	45
5. Závěr	46
Seznam použité literatury	48
Přílohy.....	50

Seznam používaných zkratek a symbolů

TE	Trakční energie
PHM	Pohonné hmoty
DPO	Dopravní podnik Ostrava
Hlučín aut.nádraží	Hlučín autobusové nádraží
Sad B. Němcové	Sad Boženy Němcové
MHD	Městská hromadná doprava
LPG	Propan-butan
CNG	Stlačený zemní plyn
LNG	Kapalný zemní plyn
So	Sobota
Ne	Neděle

1. Úvod

První známky hromadné osobní dopravy se datují již koncem 17. století. Už v této době měli lidé potřebu hromadného přemísťování osob a to v důsledku změny životních a pracovních podmínek, zejména manufakturní výroby a centralizace veřejné správy, školství a jiných společenských funkcí.

Za průkopníky této dopravy můžeme považovat Paříž, kdy v roce 1690 byly vozy taženy buď jedním nebo dvěma koňmi. Na našem území se tento způsob dopravy začal objevovat v polovině 19. století. S postupem času rostl i zájem o dopravu, a tak byly postupně vybudovány koňské kolejové dráhy, které však byly postupem času vytlačeny a nahrazeny parními vozy. Parní pouliční dráhy sloužily lidem skoro až do poloviny 20. století, kdy postupně přecházely na elektrický provoz. Současně začaly být uváděny do provozu podzemní dráhy s elektrickým provozem.

Elektrifikace se začala rozšiřovat nezastavitelným tempem a napomáhala dopravě zvládnout stále se zvyšující zájem cestujících. Vznikaly stále nové tramvajové tratě, které rozšiřovaly síť linek. Na začátku 20. století vzhledem k velkým investičním nákladům tramvajové dopravy se na méně frekventovaných linkách hledalo řešení pomocí trolejbusů.

Městská hromadná doprava se stala nedílnou součástí života měst tím, že uspokojuje jednu ze základních životních potřeb obyvatel a podílí se na vytváření jejich životního stylu a životního prostředí. Doprava ve městech je v nepřetržitém vývoji a poukazuje na stupeň vědecko-technického poznání i dosaženou technickou úroveň výroby.

[1,3]

Cílem mé bakalářské práce je zjistit možné snížení nákladů na přepravu osob a zvýšení komfortu cestujících a tím možné získání nových potenciálních zákazníků.

1.1 Historický vývoj

„Dějinné peripetie hlučínska nemohly nezanechat stopy i na jeho železniční historii. Z Berlína sem bylo vždycky daleko a Hultschin, jak se město německy jmenovalo, se na železnici věru načekal. Hned za státní hranicí vedla trať ze Svinova do Opavy, uvedená do provozu Severní dráhou císaře Ferdinanda dne 17. prosince 1855. Na domácí, tedy pruské půdě, se nejbližší přibližovala trať Annaberg-Ratiborž neboli Chalupki-Racibórz, pocházející pak ze čtyřicátých let 19. století.

Nadějná chvíle přišla roku 1885. Dne 19.května tohoto roku podepsal totiž císař František Josef I. rakousko-pruskou státní smlouvu "o přípojích železničních", která mimo jiné zmiňuje i stavbu dráhy, vedoucí z Pruska do Opavy. Trvalo to ještě ale celých deset dlouhých roků, než dne 20.října 1895 aktivovala Královská pruská železniční správa (KPEV) trať Ratiborž-Opava státní nádraží (dnes Opava západ). Její koleje vedly (kromě krátkého příhraničního úseku) po pruském státním území přes dnešní Kravaře ve Slezku do Chuchelné. Samotné město Hlučín zůstalo ale mimo.

V této době však již pronikaly informace o dalším stavebním záměru KPEV, a to o vybudování odbočné trati z dráhy ratibořsko-opavské. Měla odbočit v Krawarn (dnes Kravaře ve Slezku) a přes Hultschin (Hlučín) dojít do Annabergu (Chalupki). Se stavbou se skutečně započalo v létě roku 1912 a o jeden a půl roku později, 28.října 1913, slavilo město Hlučín svůj velký den: pozdě, ale přece se dočkalo svého nádraží.

Zatím v podobě konečné stanice, ovšem záhy po zahájení provozu pokračovala KPEV ve stavbě kolejí východním směrem. Opravňovala ji k tomu koncese z roku 1896 a záměr pruských železnic se začal jevit jasně. Železniční síť by měla v této oblasti nabýt uzavřeného charakteru. Překážkou neměla být ani eventuální pruská peáž přes Opavu. Stavbu z Hlučina přes Petřkovice do Annabergu, zahájenou na jaře 1914 a sprádaní vizi o definitivní podobě zdejší železniční sítě v pruské režii však tvrdě ukončily sarajevské výstřely.

Ukončení 1. světové války situaci v celé oblasti důkladně změnilo. Železnice nového státu, Československé republiky, přebírají tady koleje po 10. lednu 1920, kdy bylo území definitivně přičleněno k ČSR. Prusové stihli trať z Hlučina do Annabergu postavit zhruba z poloviny, ovšem v novém územním uspořádání ztrácela dráha svoje opodstatnění. Ministerstvo financí ČSR přesto v létě roku 1921 rozhoduje o dostavbě dráhy, ovšem pouze do Petřkovic. Jako jedna z prvních novostaveb ČSD se tento úsek dočkal zahájení provozu 15. července 1925. Efekt nové dráhy se však od samého počátku jevil dosti diskutabilním

a z tratě, která stála mladý stát 12 639 676 KčS, se stalo typické spojení odnikud nikam. Vždyť z Petřkovic do Ostravy činila silniční vzdálenost pouhé čtyři kilometry, železnice ale k tomu potřebovala přes Opavu a Svinov okolo šedesáti kilometrů.“ [7]

1.2 Dostavba trati

„První československá republika neměla na vyřešení dostavby trati navhované do Ostavy Hrušova ani prostředky ani čas. Mnichovská dohoda, přičlenila oblast opět k Německu a během let 1938-1945 tady nedošlo k podstatným změnám. Direktivní ekonomika socialistického Československa celou věc vyřešila rázně: ČSD odprodaly trať z Hlučína do Petřkovic Dopravnímu podniku města Ostravy a ta pod heslem „Budujeme trať míru“ položil koleje z Petřkovic Ostravy Přívozu, kde byla smyčka a celou trať zelektrizoval (600 V ss). Dne 5. listopadu 1950 jela z Ostravy do Hlučína první souprava pouliční dráhy linky číslo 1.“ [7]

„Tramvaje z Ostravy do Hlučína jezdily jako dvouvozové nebo třívozové soupravy vyrobené ještě před druhou světovou válkou, během dne ve 12 minutových intervalech, k večeru ve 24 minutových intervalech, ve špičkách dokonce několik souprav těsně za sebou. Většinou byly plně vytížené, ve špičkách přeplněné. Trať byla jednokolejná s výhybkami pro křižování souprav. Takových křižovacích míst bylo v úseku z Hlučína do Petřkovic 5. Na nádraží v Hlučíně tak vedle stály osobní vlaky z Opavy a tramvaje z Ostravy.“ [29]



Obr. 1 Most přes řeku Odru mezi Přívozem a Petřkovicemi [30]

1.3 Zrušení trati

„Počátkem 80. let byl stav trati do Hlučína neúnosný a rozhodovalo se co s ní. Uvažovalo se s celkovou rekonstrukcí tratě a vybudování smyčky na nádraží v Hlučíně, která by umožnila provoz moderních T vozů místo v té době již značně zastaralých dvounápravových vozů, které sloužily už téměř 40 let. Důvodem pro zachování tramvajové dopravy v této relaci byla jednak značná (skutečně tramvajová) frekvence cestujících a také ekonomické důvody, neboť po ropné krizi v 70. letech nastala obecně renesance elektrické trakce i z důvodu její rentability. Nicméně - nastal už téměř klasický vývoj příměstské tramvajové dopravy - tedy neschopnost domluvy města Ostravy a okresního úřadu v Opavě (pod který Hlučín spadá) na podílu při financování nezbytné rekonstrukce tratě vedl k její velmi nešťastné likvidaci koncem roku 1982. Co ale bylo horší, jistý "dopravní odborník" si nechal patentovat nápad, jak snížením náspu přestavět bývalou železnici na rychlostní komunikaci. Tento vskutku genitální počín byl záhy velice rychle realizován. Co na tom, že trať vedla hustě osídlenou čtvrtí v Petřkovicích a Ludgeřovicích a že tento čin vedl k neúnosnému zvýšení emisí a hluchosti v této lokalitě. Bylo taktéž rozhodnuto o zbourání nových rodinných domků podél nové silnice, někteří občané si, ale vynutili jejich zachování a vybudování protihlukových stěn. Nejhorší, ale na celé věci je, že dle územního plánu měla nová komunikace vést asi o kilometr vedle mimo jakékoliv obytné celky.

Bylo také klasicky rozhodnuto o předání relace Hlučín - Ostrava ČSAD, jenže to narazilo na tvrdý odpor občanů Hlučínska, kteří poučení neblahým vývojem na Karvinsku, si vynutili nahrazení tramvajové linky autobusy DPO. Byla tedy zavedena nová linka číslo 56 na trase Poruba, Alšovo Náměstí - Přívoz - Hlučín, Nádraží a to ve špičkovém intervalu 5 minut. Jezdily na ní převážně kloubové autobusy Ikarus, což byla tehdy další značná ekologická zátěž pro danou lokalitu. Proto bylo přislíbено zavedení trolejbusů po staré silnici, které ovšem - také klasicky - nebylo dodnes realizováno pro nedostatek investičních prostředků.“

[30]

1.4 Nerealizované projekty

V roce 2004 byla vypracovaná Technicko-ekonomická studie kolejového spojení Hlučín – Ostrava firmou DIPRO, s.r.o. Výsledkem je řešení, které navrhuje z Ostravy Přívozu do Hlučina novou tramvajovou trať, která na rozdíl od své předchůdkyně bude procházet přímo obcí Ludgeřovice. Železniční trať z Hlučina do Opavy se nově elektrizuje stejnosměrnou soustavou 3Kv ss a v Hlučíně bude vybudováno přímé kolejové propojení, jež umožní provoz dvousystémových vlakotramvají mezi Opavou, Hlučínem a Opavou. Rychlost vlakotramvají na trati v extravilánu bude nejvýše 80 km/h, v zastavěném území pak 50 km/h. Cena nákladů je asi 2 miliardy korun. Vlakotramvaj urazí vzdálenost mezi Hlučínem a ostravským náměstím Republiky za 32 minut s intervalem 10–20 minut. Silniční doprava má zde přepravní zátěž denně až 9 000 osob. [7]



Obr. 2 Pohled na zastávku Kostel v obci Ludgeřovice nerealizovaného projektu [26]

2. Analýza současného stavu

2.1 Charakteristika Hlučína a Ostravy

Města jsou součástí Moravskoslezského kraje, vzdálenost mezi nimi je zhruba 12 kilometrů. Spojení mezi městy je zajišťováno autobusovou dopravou. Dopravu mezi Hlučínem a Ostravou využívají zejména občané přijíždějící do Ostravy za prací.

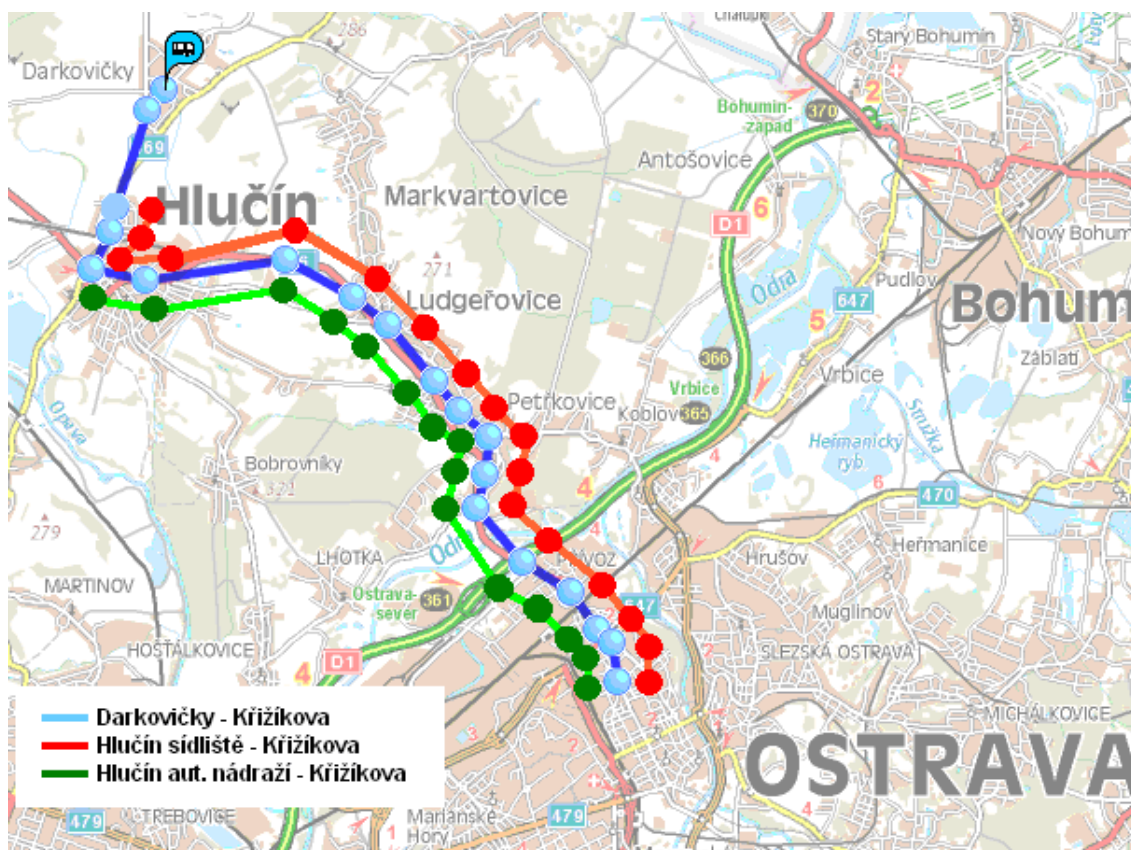
Ostrava leží 10 kilometrů jižně od státních hranic s Polskem a 50 kilometrů západně od hranic se Slovenskem. Se svou rozlohou 214 km² a počtem obyvatel 304 924 je třetím největším městem České republiky. Ostravu tvoří 23 městských obvodů. Je důležitým průmyslovým, kulturním a dopravním centrem Moravskoslezského kraje.

Hlučín se nachází na úpatí Hlučínské pahorkatiny. Město má výhodnou polohu, leží totiž zhruba 5 kilometrů od státních hranic s Polskem. S počtem obyvatel 15000 se řadí do kategorie středně velkých měst. Rozloha města činí 21,14 km². V současné době k Hlučínu patří i městské části Bobrovníky a Darkovičky. [18,19]

2.2 Analýza linky

Provozovatelem městské hromadné dopravy v Ostravě je Dopravní podnik Ostrava, a.s. sídlící na ulici Poděbradova 494/2, Ostrava–Moravská Ostrava. Jediným akcionářem společnosti je Statutární město Ostrava. [6]

V současné době je autobusová přeprava mezi Hlučínem a Ostravou provozována linkou číslo 56, která má tři výchozí zastávky, kterými jsou Darkovičky, Hlučín sídliště, Hlučín autobusové nádraží, konečnou zastávkou je vždy zastávka Křižíkova.



Obr. 3 Znárodněny trasy linky v mapovém podkladu [20]

2.4 Charakteristiky jednotlivých tras linky

Trasa Darkovičky – Křižíkova

Trasa linky je provozována mezi konečnými zastávkami Darkovičky a Ostrava, Křižíkova. Klíčovými zastávkami na trase linky jsou Hlučín sídliště, Hlučín aut. nádraží, Kostel, Petřkovice náměstí, Hornické muzeum a Sad Boženy Němcové.

Darkovičky – Křižíkova	
Provozní délka linky [km]	14,867
Počet zastávek	18
Doba spoje v přepravní špičce [min]	34
Doba spoje v přepravním sedle [min]	31
Doba zastávky [s]	20
Doba zdržení na konečné zastávce [min]	10

Tab. 1 Parametry trasy Darkovičky – Křižíkova

Výpočet dopravních charakteristik pro trasu Darkovičky - Křižíkova

Technická rychlost linky V_t

Výpočet technické rychlosti získáme ze vzorce pro výpočet doby spoje na lince: [1]

$$t_s = \frac{l_z \cdot 60}{V_t} + \frac{n_z \cdot t_z}{60} \Rightarrow V_t = \frac{l_z \cdot 60}{\left(t_s - \left(\frac{n_z \cdot t_z}{60} \right) \right)} \quad [\text{km/h}] \quad (2.4.1)$$

l_z provozní délka linky [km]

t_s doba spoje na lince [min]

n_z počet mezilehlých zastávek na lince [-]

t_z doba zastávky [min]

$$V_t = \frac{14,867 \cdot 60}{\left(34 - \left(\frac{18 \cdot 20}{60} \right) \right)} = 31,86 \text{ km/h} \quad (2.4.2)$$

Cestovní rychlost V_c :

[1]

$$V_c = \frac{l_z}{t_s + t_z} \cdot 60 \quad [\text{km/h}] \quad (2.4.3)$$

$$V_c = \frac{14,867}{34 + 20} \cdot 60 = 16,52 \text{ km/h} \quad (2.4.4)$$

Doba jízdy na lince t_j :

[1]

$$t_j = \frac{l_z}{V_t} \cdot 60 \quad [\text{min}] \quad (2.4.5)$$

$$t_j = \frac{14,867}{31,86} \cdot 60 = 28 \text{ min} \quad (2.4.6)$$

Výpočet oběžné doby linky t_0 :

[1]

$$t_o = 2 \cdot \left(\frac{l_z \cdot 60}{V_t} + \frac{n_z \cdot t_z}{60} + t_k \right) [\text{min}] \quad (2.4.7)$$

t_k ... doba zdržení na konečné zastávce (obratová doba) [min]

$$t_o = 2 \cdot \left(\frac{14,867 \cdot 60}{31,86} + \frac{18 \cdot 20}{60} + 10 \right) = 88 \text{ min} \quad (2.4.8)$$

Trasa Hlučín sídliště – Křižíkova

Provoz linky je prováděn mezi konečnými zastávkami Hlučín sídliště a Ostrava, Křižíkova. Významnými zastávkami na trase linky jsou Hlučín aut. nádraží, Kostel, Petřkovice náměstí, Hornické muzeum a Sad Boženy Němcové. Technologické údaje o trase shrnuje tabulka 2.

Hlučín sídliště – Křižíkova	
Provozní délka linky [km]	12,597
Počet zastávek	16
Doba spoje v přepravní špičce [min]	28
Doba spoje v přepravním sedle [min]	26
Doba zastávky [s]	20
Doba zdržení na konečné zastávce [min]	10

Tab. 2 Parametry trasy Hlučín sídliště – Křižíkova

Výpočet dopravních charakteristik trasy byl proveden pomocí vztahů (2.4.1 – 2.4.8) uvedených výše a zaznamenán do tabulky 3.

Hlučín sídliště – Křižíkova	
Technická rychlost [km/h]	32,7
Cestovní rychlost [km/h]	15,79
Doba jízdy na lince [min]	24
Oběžná doba linky [min]	78

Tab. 3 Dopravní charakteristiky trasy Hlučín sídliště – Křižíkova

Trasa Hlučín autobusové nádraží – Křižíkova

Trasa linky je provozována mezi konečnými zastávkami Hlučín aut. nádraží a Ostrava, Křižíkova. Důležitými zastávkami na trase linky jsou Petřkovice náměstí, Hornické muzeum a Sad Boženy Němcové. Technologické údaje o trase jsou uvedeny v tabulce 4.

Hlučín aut. nádraží – Křižíkova	
Provozní délka linky [km]	11,33
Počet zastávek	14
Doba spoje v přepravní špičce [min]	24
Doba spoje v přepravním sedle [min]	22
Doba zastávky [s]	20
Doba zdržení na konečné zastávce [min]	10

Tab. 4 Parametry trasy Hlučín autobusové nádraží – Křižíkova

Dopočtené hodnoty dopravních charakteristik trasy Hlučín autobusové nádraží – Křižíkova jsou uvedeny v tabulce 5.

Hlučín autobusové nádraží – Křižíkova	
Technická rychlost [km/h]	34,32
Cestovní rychlost [km/h]	15,51
Doba jízdy na lince [min]	20
Oběžná doba linky [min]	70

Tab. 5 Dopravní charakteristiky trasy Hlučín autobusové nádraží – Křižíkova

2.5 Přepravní charakteristiky linky číslo 56

Na lince číslo 56 je denně provozováno 45 spojů, kterými je přepraveno průměrně 2583 cestujících. V období ranní a odpolední špičky je provoz na lince zajištěn 22 spoji, které průměrně přepraví 1380 osob. V období přepravního sedla a nočního provozu je přeprava cestujících zabezpečena 23 spoji, které využívá průměrně 1203 osob.

Linka č. 56	
Počet spojů v pracovní dny	45
Počet vložených spojů v pracovní dny	20
Linkový interval ve špičce v pracovní dny [min]	10-30
Linkový interval v sedle v pracovní dny [min]	20-45
Počet spojů v sobotu, neděli a svátcích	30
Linkový interval ve špičce(so+ne+svátky) [min]	20-40
Linkový interval v sedle (so+ne+svátky) [min]	20-40
Doba provozu	2:37-23:30

Tab. 6 Přepravní charakteristiky linky

Počty nasazovaných vozidel na lince během dne

Na lince se v průběhu pracovního dne počet vozidel liší a to z důvodu přepravní špičky. V tuto dobu je počet vozidel posílen.

Během přepravního sedla zajišťují přepravu osob 4 vozy typu Solaris Urbino 12 s kapacitou 99 míst. V období přepravní špičky je počet vozidel navýšen o 6 vozů a to o vozy Karosa 12 s kapacitou 94 míst a Karosa 17, který disponuje kapacitou 150 míst.

V období víkendů je přeprava cestujících zajišťována čtyřmi vozy Solaris Urbino 12 s kapacitou 99 míst.

Ranní a odpolední přepravní špička

Během pracovního dne je patrný zvýšený nárok na přepravu cestujících v dopoledních hodinách a tím dochází ke zvýšení intenzity přepravního proudu, který je v ranní přepravní špičce o něco větší než v odpolední. V období ranní přepravní špičky zajišťuje přepravu osob 12 spojů.

Odpolední přepravní špička je z časového hlediska delší, ale méně intenzivní. To je způsobeno menší intenzitou přepravního proudu odpolední „návrátové“ přepravní špičky.

Důvodem je, že velká část cestujících se ihned po skončení svých pracovních povinností nevrací do místa svého bydliště, ale směřuje za svými soukromými nebo veřejnými zájmy. Mimo jiné je rozdílný čas ukončení směn při různém pracovním režimu. [1]

Vlivy přepravní špičky

Hlavní dopad přepravní špičky se projevuje především v oblasti ekonomiky, energetiky, dopravy, kvality přemístění a životního prostředí.

V době přepravní špičky se zvyšují ekonomické nároky a to zejména na přepravní kapacitu, počet nasazovaných dopravních prostředků na linkách, pracovníků a ostatních činitelů přepravní a výrobní činnosti dopravy. Tyto faktory jsou v době přepravní špičky nedostatečně využívány. V období přepravní špičky, zhruba za 2 až 3 hodiny, závisí to také na charakteru města, se přepraví 20 i více procent z celkového počtu přepravovaných osob za den. Toto období je limitujícím při stanovení kapacity hromadné osobní dopravy. Nižší využití kapacity během dne a týdne je dáno nerovnoměrností intenzity přepravního proudu, který se odráží ve větším podílu jednicových nákladů (na vozkm, místkm), toto je dané položkami, které jsou závislé na čase (časové odpisy, časová mzda, režijní náklady). Dalšími faktory, které ovlivňují hodnotu jednicových nákladů je například snižování cestovní rychlosti a přetěžování vozidel, což má za následek změnu kvality dopravy. Musíme počítat s tím, že když snížíme cestovní rychlost bude nutné navýšit počet vozidel v provozu, což má za cíl udržet počet spojů za hodinu, popřípadě linkový interval dopravy a tím přepravní kapacitu. Příčinou zvětšení jednicových nákladů při menší cestovní rychlosti je větší podíl přímých mezd. Důsledkem přetěžování vozidel je například zvýšení spotřeby pohonných hmot a energií a větší opotřebení pneumatik, tím zvětšení nákladů na údržbu a opravy.

V době přepravní špičky se zhoršuje kvalita cestování, snižuje se rychlost, zvětší se časové ztráty cestujících a zhoršuje se plynulost a přesnost dopravy. Přepravní špička má i své pozitivní vlastnosti – doba čekání na spoj je kratší, počet spojů je za daný časový úsek větší a tím je interval dopravy menší.

Zvětšená intenzita dopravního proudu způsobuje zhoršení životního prostředí z důvodu koncentrace exhalací, hluku, vibrací a prašnosti. [1]

Přepravní sedla a noční provoz

Období sedla a nočního provozu je nejméně vytěžovanou částí dne. V tuto dobu se linkové intervaly prodlužují a to z důvodu menší poptávky po přepravě. V období ranního přepravního sedla je intenzita dopravního proudu nižší trvá průměrně tři hodiny a přepravu na lince zajišťují tři spoje. V čase odpoledního přepravního sedla je provoz na lince zabezpečen desíti spoji po dobu zhruba pěti hodin. V době nočního provozu je přeprava cestujících zajištěna desíti spoji

2.6 Charakteristika nasazovaných vozidel

Na linku číslo 56 jsou nasazovány tři typy autobusů – Solaris Urbino 12, Karosa B932 a Karosa B941.

Solaris Urbino 12

Solaris Urbino 12 je městským typem autobusu, vyráběným od roku 1999 polským výrobcem společností Solaris Bus & Coach. Autobus je konstruován jako nízkopodlažní o délce 12 metrů se dvěma nápravami a disponuje kapacitou 99 míst. Tento model má k dispozici tři dvoukřídlé dveře pro pohodlný nástup a výstup cestujících.

Autobusů Solaris Urbino 12 má městský dopravní podnik Ostrava ve svém vozovém parku již od roku 2001. V současné době jich dopravní podnik Ostrava vlastní 46. Průměrné stáří těchto vozů je 7,5 let. [21]



Obr. 4 Autobus Solaris Urbino 12 [8]

Základní technické údaje autobusu Solaris Urbino 12 jsou uvedeny v tabulce 7.

Technické údaje	
Druh autobusu	městský
Typ autobusu	Solaris Urbino 12
Typ motoru	DAF PR 183 S2
Výkon motoru [kW]	188
Maximální rychlost [km/h]	70
Hmotnost provozní/celková [kg]	11280/18000
Počet míst k sezení/stání	34/65
Délka/šířka/výška [mm]	12000/2550/2850
Vnitřní světlá výška [mm]	2370
Přední převis/zadní převis [mm]	2700/3400
Úhel stoupavosti/sjízdnosti [°]	7/7
Poloměr otáčení [m]	21,4
Rozvor [mm]	5900
Minimální světlá výška podlahy [mm]	320

Tab. 7 Technické údaje o vozidle Solaris Urbino 12 [22]

Karosa B932

Karosa B932 je model městského autobusu, který vyráběla společnost Karosa Vysoké Mýto v letech 1997 až 2002. Jde o nástupce typu Karosa B 732. [6]

Jedná se o dvanáctimetrový dvounápravový autobus se třemi dvoukřídlovými dveřmi pro nástup a výstup cestujících s kapacitou 94 míst.

Městský dopravní podnik Ostrava má ve svém vozovém parku zařazeno 31 těchto vozů, s průměrnou délkou stáří 14,99 let. [9]



Obr. 5 Autobus Karosa B932 [10]

Základní technické údaje o městském autobusu Karosa B932 jsou uvedeny v tabulce 8.

Technické údaje	
Druh autobusu	městský
Typ autobusu	Karosa 12
Typ motoru	LIAZ ML 636
Výkon motoru [kW]	175
Maximální rychlost [km/h]	70
Hmotnost provozní/celková [kg]	10200/17000
Počet míst k sezení/stání	31/63
Délka/šířka/výška [mm]	11345/2500/3165
Rozvor [mm]	5600
Minimální výška podlahy [mm]	890

Tab. 8 Technické údaje o vozidle Karosa B932 [9]

Karosa B941

Karosa B941 je městským typem kloubového autobusu, který vychází ze staršího modelu B741. Autobus byl vyráběn ve společnosti Karosa Vysoké Mýto v letech 1997 až 2001.

B 941 je třínápravový autobus s polosamonosnou karoserií panelové konstrukce. Skládá se ze dvou částí, které jsou navzájem spojeny kloubem a krycím měchem.

Tento typ autobusu má délku 17,6 metrů a může pojmout až 150 cestujících.

Dopravní podnik Ostrava vlastní v současné době 18 autobusů tohoto typu. Průměrné staří těchto vozidel je 14,81 let. [11]



Obr. 6 Autobus Karosa B941 [12]

Základní technické údaje o autobusu Karosa B941 jsou uvedeny v tabulce 9.

Technické údaje	
Druh autobusu	městský
Typ autobusu	Karosa 18
Typ motoru	LIAZ ML 636 E/ Renault MIHR
Výkon motoru [kW]	175/186
Maximální rychlost [km/h]	70-72
Hmotnost provozní/celková [kg]	14300/25850
Počet míst k sezení/stání	42/108
Délka/šířka/výška [mm]	17615/2500/3165
Rozvor [mm]	5600
Minimální výška podlahy [mm]	890

Tab. 9 Technické údaje o vozidle Karosa B941 [11]

3. Návrh řešení

V této kapitole se budu zabývat návrhem elektrifikace úseku autobusové linky číslo 56 a jejími jednotlivými trasami. Linka bude mít tři výchozí stanoviště a to Darkovičky, Hlučín sídliště a Hlučín autobusové nádraží. Pro všechna tyto stanoviště bude konečnou zastávkou Vozovna trolejbusů na Sokolské třídě v Ostravě. Dále je v této kapitole uváděno posouzení možných variant alternativních pohonů. Následně je proveden výběr nejvhodnějšího typu trolejbusu, na kterém je vysvětlen princip činnosti. Celá kapitola je uzavřena porovnáním autobusu a trolejbusu.

3.1 Elektrifikace traťového úseku Ludgeřovice, Kostel – Ostrava, Sad B. Němcové

Navrhovaná část změny úseku prochází obcemi Ludgeřovice, Petřkovice a Ostrava-Přívoz. V souvislosti s elektrifikací je počítáno s prodloužením stávajícího trakčního vedení, které v současné době vede od vozovny trolejbusů směrem Slezská–Ostrava a Moravská–Ostrava. Trakční vedení se prodlouží od zastávky Sad Boženy Němcové a dobuduje se až na zastávku Kostel v obci Ludgeřovice. V rámci navrženého řešení bude zapotřebí vybudovat trakční a napájecí vedení, dále je nutno počítat i s instalací zabezpečovacího zařízení a naváděcích stříšek pro automatické nasazování sběračů.

Naváděcí stříšky se umísťují v místech změny přechodu na elektrickou trakci. Pro stažení sběračů nejsou tyto stříšky zapotřebí. Vlastní nasazení sběračů je otázkou několika málo sekund. Při nasazování sběračů řidič nemusí vystupovat ze svého stanoviště, pouze kontroluje pohledem správné nasazení. V případě nesprávného usazení sběračů je nucen vystoupit z vozidla a sběrače nahodit. Tomuto problému je však předcházeno dostatečnou délkou naváděcích stříšek. Ukázka nasazování sběračů za pomoci stříšky viz. příloha.

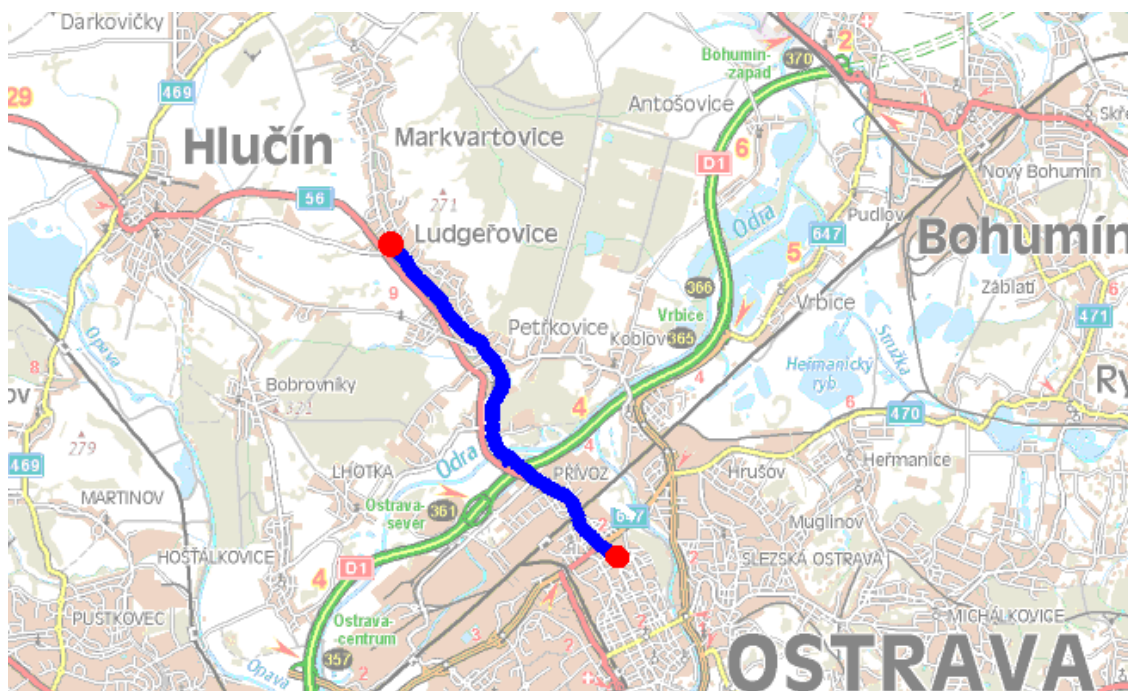
V Ostravě jsou trolejbusy napájeny stejnosměrným proudem o napětí 600 V. Proto, abychom mohli vůbec trakční vedení napájet je zapotřebí trakčních měničů, ve kterých se střídavý elektrický proud vysokého napětí usměrňuje za pomoci usměrňovačů a transformátorů na hodnotu 660 V. Pomocí sítě napájecích kabelů se napětí přivádí do trolejového vedení. Působením ztrát v trakčním vedení se snižuje na napětí na 600 V, odkud už prostřednictvím sběračů proudí přímo do trolejbusu.

Trolejbusové trakční vedení je od tramvajového odlišné nejen svou konstrukcí, ale i principem napájení. U trolejbusů se používají pro napájení dvě troleje, v jedné troleji je vždy +330 V a ve druhé –330 V.

V tomto případě se jedná o tzv. izolovanou napájecí soustavu.. U tramvaje se využívá principu trolej-kolejnice, tzn. že trolejové vedení je tvořeno jedním vodičem, tedy jedním pólem. Při instalaci trakčního vedení bylo rozhodnuto, že v Ostravě se bude používat záporná polarita napětí v troleji -600 V. Druhým pólem tzv. přirozeným je tramvajová kolejnice. [23]

3.2 Technické parametry elektrifikovaného úseku na lince

Trat'ový úsek linky bude elektrifikován stejným systémem jako ostatní trolejbusové tratě v Ostravě, a to stejnosměrným proudem o napětí 600 V. S elektrifikací je počítáno mezi zastávkami Sad Boženy Němcové na ulici Muglinovská v Ostravě a zastávkou Kostel v obci Ludgeřovice na ulici Markvartovická. Elektrifikovaný úsek má délku v jednom přepravním směru 6,018 kilometrů.



Obr. 7 Znáznornění elektrifikace trasy linky v mapovém podkladu [20]

3.3 Charakteristiky jednotlivých tras

Trasa Darkovičky – Vozovna trolejbusů

Trasa linky bude provozována mezi konečnými zastávkami Darkovičky a Vozovna trolejbusů. Důležitými zastávkami na lince jsou Hlučín sídliště, Hlučín aut. nádraží, Kostel, Petřkovice náměstí, Hornické muzeum a Sad Boženy Němcové. Technologické údaje o lince jsou uvedeny v tabulce 10.

Darkovičky – Vozovna trolejbusů	
Provozní délka linky [km]	14,565
Počet zastávek	18
Doba spoje v přepravní špičce [min]	33
Doba spoje v přepravním sedle [min]	30
Doba zastávky [s]	20
Doba zdržení na konečné zastávce [min]	10

Tab. 11 Charakteristika trasy Darkovičky – Vozovna trolejbusů

Vypočtené hodnoty dopravních charakteristik trasy Darkovičky – Vozovna trolejbusů pomocí vztahů (2.4.1 – 2.4.8) jsou uvedeny v tabulce 12.

Darkovičky – Vozovna trolejbusů	
Technická rychlost [km/h]	32,37
Cestovní rychlost [km/h]	16,49
Doba jízdy na lince [min]	27
Oběžná doba linky [min]	86

Tab. 12 Dopravní charakteristiky trasy Darkovičky – Vozovna trolejbusů

Trasa Hlučín sídliště – Vozovna trolejbusů

Provoz linky je mezi konečnými zastávkami Hlučín sídliště a Vozovna Trolejbusů. Významnými zastávkami na lince jsou Hlučín autobusové nádraží, Kostel, Petřkovice náměstí, Hornické muzeum a Sad Boženy Němcové. Technologické údaje o lince jsou uvedeny v tabulce 13.

Hlučín sídliště – Vozovna trolejbusů	
Provozní délka linky [km]	12,597
Počet zastávek	16
Doba spoje v přepravní špičce [min]	28
Doba spoje v přepravním sedle [min]	26
Doba zastávky [s]	20
Doba zdržení na konečné zastávce [min]	10

Tab. 13 Charakteristika trasy Hlučín sídliště – Vozovna trolejbusů

Dopočtené hodnoty dopravních charakteristik trasy Hlučín sídliště – Vozovna trolejbusů jsou uvedeny v tabulce 14.

Hlučín sídliště – Vozovna trolejbusů	
Technická rychlost [km/h]	33,35
Cestovní rychlost [km/h]	15,75
Doba jízdy na lince [min]	23
Oběžná doba linky [min]	76

Tab. 14 Dopravní charakteristiky trasy Hlučín sídliště – Vozovna trolejbusů

Trasa Hlučín autobusové nádraží – Vozovna trolejbusů

Trasa linky je vymezena konečnými zastávkami Hlučín aut. nádraží a Vozovna trolejbusů. Klíčovými zastávkami na lince jsou Kostel, Petřkovice náměstí, Hornické muzeum a Sad Boženy Němcové. Technologické údaje o lince jsou uvedeny v tabulce 15.

Hlučín aut. nádraží – Vozovna trolejbusů	
Provozní délka linky [km]	11,33
Počet zastávek	14
Doba spoje v přepravní špičce [min]	24
Doba spoje v přepravním sedle [min]	22
Doba zastávky [s]	20
Doba zdržení na konečné zastávce [min]	10

Tab. 15 Charakteristika trasy Hlučín aut. nádraží – Vozovna trolejbusů

Vypočtené hodnoty dopravních charakteristik trasy Hlučín aut. nádraží – Vozovna trolejbusů jsou uvedeny v tabulce 16.

Hlučín aut. nádraží – Vozovna trolejbusů	
Technická rychlost [km/h]	35,16
Cestovní rychlost [km/h]	15,45
Doba jízdy na lince [min]	19
Oběžná doba linky [min]	68

Tab. 16 Dopravní charakteristiky trasy Hlučín aut. nádraží – Vozovna trolejbusů

3.4 Navrhované přepravní charakteristiky na lince

Na navrhované trolejbusové lince je předpokládána změna počtu cestujících a to z důvodu změny místa konečné zastávky. Změnou prošel i počet spojů na lince, který byl navýšen o tři, z původních 45 na 48 spojů, viz přiložený grafikon. V době ranní a odpolední špičky je provoz na lince zajištěn 25 spoji, v době přepravního sedla a nočního provozu zajišťuje provoz 23 spojů. Spoje byly upraveny z důvodu zvýšení komfortu cestování na lince. Jedná se totiž o příměstskou linku, která má relativně dlouhou trasu a jízda trolejbusu trvá průměrně 30 minut. Jízda se tak cestujícím v přepravní špičce nemusí zdát pohodlná, z důvodu počtu přepravovaných osob, při které mohou být trolejbusy v některých časech takřka plně vytížené. Navýšením spojů chci docílit lepšího rozdělení cestujících mezi spoje a tím většího komfortu pro cestující. Což by v budoucnu mohlo přilákat více cestujících, kteří do té doby služeb MHD nevyužívali.

Linka č. 56	
Počet spojů v pracovní dny	48
Počet vložených spojů v pracovní dny	14
Linkový interval ve špičce v pracovní dny [min]	10-30
Linkový interval v sedle v pracovní dny [min]	20-45
Počet spojů v sobotu, neděli a svátcích	30
Linkový interval ve špičce(so+ne+svátky) [min]	20-40
Linkový interval v sedle (so+ne+svátky) [min]	20-40
Doba provozu	3:00-23:40

Tab. 17 Přípravní charakteristiky navrhované linky

3.5 Alternativní pohony motorových vozidel

Vzhledem k zužujícím se zásobám neobnovitelných zdrojů paliva a neustálým znečišťováním ovzduší jsme nuceni hledat alternativní zdroje paliva.

Za jedny z možných druhů pohonných hmot, které se v dnešní době plnohodnotně vyrovnají motorové naftě a benzínu považujeme zejména stlačený zemní plyn (CNG), zkapalněné ropné rafinérské plyny (LPG), bioplyn, bionafta a paliva na základě methylesteru řepkového oleje, paliva s využitím alkoholů (ethanol, methanol), vodík a elektrický proud.

Velkou mírou znečištění ovzduší hlavně v centrech a příměstských oblastech přispívají i vozy hromadné přepravy osob pracující na základě spalování motorové nafty. Tomuto znečišťování se snažíme zabránit a tak hledáme alternativní druhy pohonu jako jsou například plynové, elektrické, hybridní a vodíkové. U vozidel MHD se stále více můžeme setkat především s vozy poháněnými elektřinou, zemním plynem a stále více i s vozy s hybridním pohonem.

Vozidla spalující LPG, CNG a bioplyn

V současné době patří mezi nejrozšířenější druhy tzv. alternativní paliva propan-butan (LPG – Liquefied Petroleum Gas). Propan-butan je získáván jako vedlejší produkt rafinace ropy. Velkou výhodou tohoto pohonu je, že při ochlazení nebo stlačení lze propan-butan převést do kapalného stavu. Výhodou takového to druhu pohonu je nižší cena paliva, ale to za cenu vyšší spotřeby a úbytku výkonu.

Dalším druhem paliva, které lze využít pro pohon motorového vozidla je zemní plyn. Zemní plyn se dělí na dvě základní kategorie, a to na stlačený plyn (CNG – Compressed Natural Gas) a kapalný plyn (LNG – Liquefied Natural Gas). Stlačený zemní plyn je vhodný spíše pro pohon lehčích vozidel, zatímco zkapalněný zemní plyn je více využíván u nákladních automobilů a autobusů.

Jednou z možných variant pohonu je i bioplyn. Bioplyn se získává metanogením kvašením organických látek. Bioplyn pro pohon vozidel musí být zbaven mechanických nečistot a odsířen. Pro lepší čerpání do vozidel se bioplyn dále stlačuje na tlak 250 až 300 barů.

[4]

LNG

Výhody: - úspora nákladů na PHM je zhruba o polovinu nižší oproti benzínu

- tišší a měkčí chod motoru
- ochrana životního prostředí
- hustá síť čerpacích stanic

Nevýhody: - počáteční investice na přestavbu

- snížení výkonu vozidla
- vyšší spotřeba

CNG

Výhody: - úspora nákladů na PHM je zhruba o třetinu nižší než u benzínu

- ekologický provoz
- plynulejší a kultivovanější chod motoru

Nevýhody: - řídká síť čerpacích stanic

- menší dojezdová vzdálenost, na jednu nádrž dojede 200-250 km
- vyšší spotřeba paliva

Bioplyn

Výhody: - nižší emise oproti benzínu zhruba o 30%

- nízké provozní náklady

Nevýhody: - nestabilní produkce plynu

- malá síť čerpacích stanic

Bioplyn v dopravě je nejvíce využíván v Evropě a to ve Švédsku, Dánsku, Švýcarsku, Itálii a Francii kromě Evropy ho využívají i v USA, Brazílii, Chile a na Novém Zélandu.

Vodíkové motory

Ekologicky nejlepším druhem alternativního paliva je vodík. Vodíkové motory neprodukují prakticky žádné škodliviny, oproti benzínovým či naftovým motorům jsou emise sníženy až o 99,9 %. Vodík lze získat několika možnostmi. Jednou z nich je výroba z fosilních paliv (hlavně zemního plynu, ale i ropy a uhlí). Druhou možností jak získat vodík je pomocí elektrolýzy vody. Vodík patří mezi nebezpečné plyny a z tohoto důvodu jsou nutná přísná bezpečnostní opatření na jeho skladování. Skladování vodíků může být dvojího druhu. Jednak může být skladován v plynném stavu v bezezvých ocelových láhvích pod tlakem kolem 350 barů nebo v uhlíkových nádobách, ve kterých je uchováván pod tlakem 700 barů. Druhou variantou je skladování vodíku v kapalném stavu při teplotě $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dopravní prostředky využívají vodík jako palivo ve dvou formách. A to buď v palivových článcích nebo jako přímé palivo. Palivový článek je měnič, v němž se na základě elektrochemické reakce přeměňuje vnitřní energie paliva na energii elektrickou. I samotný vodík může být použit jako palivo ve spalovacím motoru, ale v takovém případě musí být motor upraven. [4]

Výhody: - ekologický provoz

- nehlučnost
- vysoká termodynamická účinnost
- nevyčerpatelné zásoby

Nevýhody: - velmi reaktivní prvek

- náročnost na výrobu motorů
- problémy při skladování

Elektromotory

Již v začátcích používání elektromotorů byl tento pohon velkou konkurencí spalovacích motorů. Už v počátcích bylo hlavní výhodou elektromotorů tichý chod, snadné spouštění a jednoduchá konstrukce. Rozmach elektromobilů zažívá v posledních letech celosvětově velký rozvoj. Hlavním důvodem prosazování elektromobilů mezi už tak rozsáhlý automobilový průmysl je fakt takřka nulového znečišťování ovzduší, které v poslední době zažívá nevratnou újmu. V dnešní době každá světová automobilka

představila vozidlo poháněné tímto druhem pohonu. Koncepce hnacího ústrojí je podobná jako u vozidel poháněných spalovacím motorem. Nejčastěji se používá přední nebo zadní pohon s centrálním elektromotorem. U elektromobilů jsou testovány veškeré druhy elektromotorů: sériový stejnosměrný motor nebo paralelní, případně s cizím buzením, asynchronní motor s tranzistorovou regulací a synchronní motor s permanentními magnety. Zatím neexistuje žádná velkosériová výroba, a tak hmotnost a náklady na výrobu se u jednotlivých variant liší. [4]

Výhody: - vysoká účinnost

- tichý chod motoru
- nevyčerpatelný zdroj energie
- ekologický provoz
- nízké provozní náklady

Nevýhody: - vysoká pořizovací cena

- náchylnost na vlhkost

Důvod zvolení navrhovaného pohonu vozidla

Pro výběr hybridního pohonu vozidla jsem se rozhodla z důvodu dlouholetého provozování těchto vozidel dopravními podniky různých měst České republiky a spokojenosti s tímto druhem pohonu a poskytnutím údajů o jejich provozu. Za hlavní výhodu tohoto pohonu považuji nižší hlučnost při jízdě na elektrický pohon a to nejen v kabině vozidla, ale i mimo ní, což vede především ke zvýšení komfortu cestujících během jízdy. Další výhodou je doplňkový provoz za pomoci dieselaagregátu, kterým se trolejbus stává takřka nezávislým a může tak pružně reagovat na vzniklé změny v provozu. V neposlední řadě tento druh pohonu vyzdvihuje také menší zatěžování okolního životního prostředí tvorbou výfukových zplodin, na rozdíl od vozidel používající výhradně spalovací motor, které je v závislé trakci téměř nulové.

Právní normy trolejbusové dopravy

„V oblasti právních norem spadají trolejbusy do definice motorového vozidla, a tím i do definice silničního vozidla. Nejsou však zahrnuty do třídění motorových vozidel v zákoně č. 56/2001 Sb. a zákony týkající se podmínek provozu silničních vozidel s trolejbusy ani v mnoha dalších ustanoveních nepočítají a s jejich provozem mimo trolejbusovou dráhu už vůbec ne (to se týká např. hybridních trolejbusů s pomocným pohonem). Trolejbusy, ač jsou motorovými vozidly, nemají například registrační značku. Zároveň jsou v ČR trolejbusy (včetně duobusů) drážními vozidly, a to vozidly na trolejbusové dráze. Na jejich schvalování se vztahuje vyhláška č. 209/2006 Sb. stanovující přípustné emise ve výfukových plynech motoru drážního vozidla“ [17]

3.6 Výběr trolejbusu

Výběr nejvhodnějšího typu hybridního trolejbusu bude proveden pomocí vícekritériálního hodnocení. Typy trolejbusů a hodnocené parametry jsou uvedeny v tabulce 18. Uvedené typy trolejbusů se nejvíce blížili požadavkům linky.

Typ hybridního trolejbusu	Kapacita [místo]	Cena [Kč]	Spotřeba PHM [l/100 km]	Spotřeba TE [kWh/vozokm]
Škoda 24 Tr	99	11 600 000	35	2,6
Škoda 25 Tr	150	12 500 000	40	2,8
Škoda 26 Tr	102	11 800 000	35	2,6
Škoda 27 Tr	167	12 850 000	45	2,9
Solaris Trollino 12 AC	96	11 300 000	35	2,6
Solaris Trollino 15 AC	160	12 750 000	45	2,9
Solaris Trollino 18 AC	132	12 250 000	40	2,7

Tab. 18 Vybrané parametry porovnávaných trolejbusů

Bodovací metoda

Bodovací metoda předpokládá, že je uživatel schopen kvantitativně ohodnotit důležitost kritérií. Pro zvolenou bodovací stupnici musí uživatel ohodnotit i-te kritérium hodnotou bi ležící v dané stupnici (např. bi $\in <0,100>$). Čím je kritérium důležitější, tím je bodové hodnocení vyšší. Uživatel nemusí volit pouze celá čísla z dané stupnice

a může přiřadit stejnou hodnotu i více kritériím. Bodovací metoda sice vyžaduje od uživatele kvantitativní ohodnocení kritérií, ale umožňuje diferencovanější vyjádření subjektivních preferencí než metoda pořadí. [13]

Výpočet vah se provádí podle vztahu : [13]

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i} ; i = 1, 2, \dots, k \quad (3.6.1)$$

Výpočet kritérií se realizuje podle dvou vztahů:

$$k_i = \frac{x_i}{x_{i\max}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3.6.2)$$

x_i nominální hodnota i-tého kritéria

$x_{i\max}$ maximální nominální hodnota i-tého kritéria

$$k_i = \frac{\frac{1}{x_i}}{\frac{1}{x_{i\min}}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3.6.3)$$

x_i nominální hodnota i-tého kritéria

$x_{i\min}$ minimální nominální hodnota i-tého kritéria

Výpočet pomocí bodovací metody

Pro výpočet bodovací metody byli použity vztahy (3.6.1 – 3.6.3). Pro výpočet vah kritérií byla použita bodovací stupnice 1–10 bodů. Kritéria byla ohodnocena podle aktuálních požadavků na zvolenou linku následovně, kritérium spotřeby pohonných hmot bylo ohodnoceno 10 body. Kapacita byla zvolena jako druhé nejvyšší kritérium společně se spotřebou trakční energie, oběma kritériím bylo uděleno po 9-ti bodech. Jako nejméně důležitá ze zvolených parametrů byla určena cena, která získala 7 bodů. Výpočet byl proveden pomocí uvedených vztahů v programu Microsoft Excel 2003. Vypočtené hodnoty jsou zaznamenány v tabulce 19.

Bodové ohodnocení	9	7	10	9	Σ 35	
Váha kritéria	9/35	1/5	2/7	9/35	Σ 1	
Typ hybridního trolejbusů	Kapacita	Cena	Spotřeba PHM	Spotřeba TE	Výpočet bodů	Pořadí
Škoda 24 Tr	59,28	97,41	100,00	100,00	89,01	4.
Škoda 25 Tr	89,82	90,40	87,50	92,86	90,05	1.
Škoda 26 Tr	61,08	95,76	100,00	100,00	89,14	2.
Škoda 27 Tr	100,00	87,94	77,78	89,66	88,58	5.
Solaris Trollino 12 AC	57,49	100,00	100,00	100,00	89,07	3.
Solaris Trollino 15 AC	95,81	88,63	77,78	89,66	87,64	7.
Solaris Trollino 18 AC	79,04	92,24	87,50	96,30	88,54	6.

Tab. 19 Výpočet pomocí bodovací metody

Z tabulky 19 lze vyčíst dva nejvhodnější hybridní trolejbusy splňující zadané kritéria, kterými jsou Škoda 25 Tr a Škoda 26 Tr.

Uvedené údaje týkající se ceny a spotřeby vozidel byli poskytnuty obchodními zástupci daných společností jako orientační, z důvodu smluvních cen a obchodního tajemství.

Škoda 25 Tr Solaris

Škoda 25 Tr je model kloubového nízkopodlažního trolejbusu s vyklápěcí plošinou pro vozíčkáře a funkcí kneeling. Trolejbus je vyráběn společností Škoda Electric. Na výrobě se podílí i společnost Solaris Bus & Coach, která dodává karoserii. Trolejbus vyniká čtyřmi dvoukřídlými dveřmi pro nástup a výstup cestujících a dokáže pojmout až 150 cestujících.



Obr. 8 Škoda 25 Tr Solaris [15]

Škoda 25 Tr Irisbus	
Délka / šířka / výška [mm]	17800 / 2500 / 3580
Počet míst k sezení / stání	40 / 110
Hmotnost prázdného vozu (bez dieselagregátu) [kg]	18700
Výkon motoru [kW]	240
Dle požadavků dopravce pomocný dieselagregát	Kirsch APU 100 DIPME
Výkon motoru [kW]	100
Hmotnost motoru [kg]	850
Maximální rychlost [km/h]	65

Tab. 20 Technické parametry trolejbusu Škoda 27 Tr Solaris [24]

Škoda 26 Tr Solaris

Škoda 26 Tr je nízkopodlažní dvounápravový model trolejbusu od firmy Škoda Electric. Karoserii na tento druh trolejbusu dodává společnost Solaris Bus & Coach. Tento typ trolejbusu dokáže pojmout až 102 cestujících. Součástí vozu je vyklápěcí plošina pro snadnější nástup a výstup vozíčkářů. Hlavní předností trolejbusu je funkce kneeling, která umožňuje naklápění karoserie na pravou stranu, a tím snadnější nástup a výstup cestujících.

[25]



Obr. 9 Škoda 26 Tr Solaris [14]

Škoda 26 Tr Solaris	
Délka / šířka / výška [mm]	12 000 / 2 55 / 3 490
Počet míst k sezení / stání	34 / 68
Hmotnost [kg]	18 000
Výkon motoru [kW]	160
Nástupní výška [mm]	320 / 330
Maximální rychlost [km/h]	65

Tab. 21 Technické parametry trolejbusu Škoda 26 Tr Solaris [25]

3.7 Princip trolejbusu s dieselovým agregátem

Základním principem je systém dvou pohonů, z nichž jeden musí umožňovat jízdu vozidla bez závislosti na trolejovém vedení. Výhodou takového to pohonu je odstranění trolejového vedení z úseku, kde je to z dopravních nebo estetických důvodu zapotřebí.

Hnací ústrojí trolejbusu s dieselagregátem se skládá z elektrocentrály, hnacího motoru a generátoru. [2]

Elektrocentrála

Elektrocentrála je koncipována jako agregát na instalaci a je dimenzována pro zásobování trolejbusů elektrickou energií, například při výpadku troleje, v nouzových situacích nebo při údržbě. Je dimenzována pro přerušovanou jízdu při jmenovitém proudu. Elektrocentrála je namontována na základním rámu a je připravena na zabudování. Jako volitelné možnosti k dodávce elektrocentrály jsou vzduchový filtr, palivová nádrž a baterie. Přípojky k elektrocentrále, další vedení odpadních plynů od katalyzátoru a napojení přípojek realizuje výrobce trolejbusu elektrického vybavení podle návodu na zamontování.

Jako hnací motor se používá Dieselův motor IVECO série NEF. Jedná se o čtyřtákní Dieselův agregát se vstřikovací technikou Common-Rail a dobíjecím turbokompresorem poháněným spaliny hoření. Čtyřválcový sériový motor je vybaven integrovaným kapalinovým chladicím systémem a chlazením plnicího vzduchu.

Otáčkami motoru se bude elektrocentrála přizpůsobovat požadovanému výkonu. Otáčky motoru, a tím i napětí generátoru budou řízeny plynovým pedálem (CAN-signál) mezi minimem a maximem v závislosti na zátěži.

Elektrocentrála je namontována v podvozku trolejbusu a lze ji namontovat a vymontovat jako celou jednotku. Pro optimalizaci rázové pevnosti je elektrocentrála vybavena speciálními gumokovovými silentbloky, které jsou rozloženy tak, že se během provozu přenáší na trolejbus jen nepatrná rázová energie. Zásobování palivem probíhá z externí nádrže.

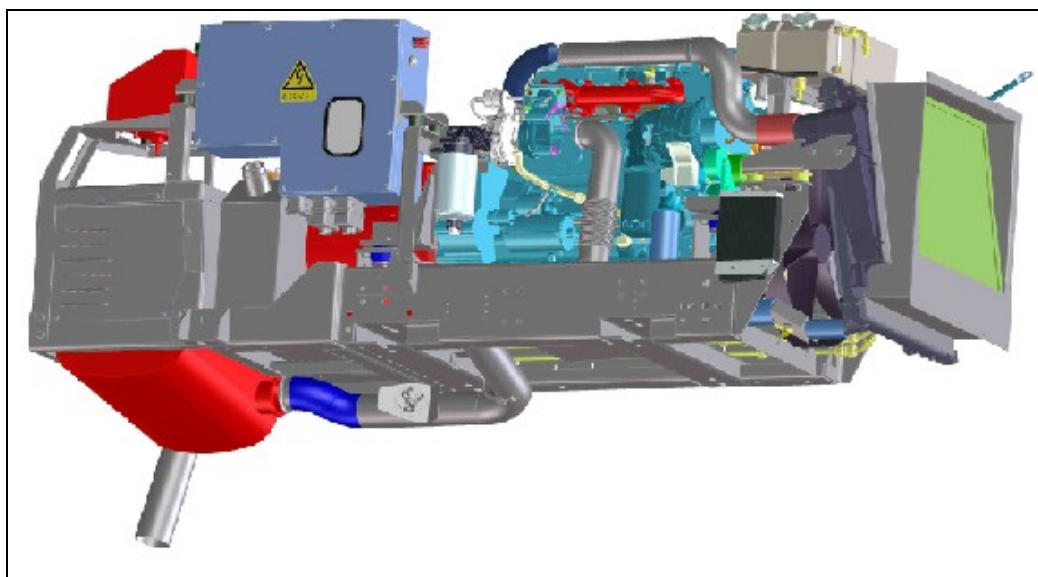
Generátor s buzením a energoelektronikou

Generátor splňuje požadavky podle VDE 0530. Je to 12-ti pólový vnitřně pólový synchronní generátor s buzením permanentním magnetem. Rotor je uložen dvojité v kuličkových ložiscích a s Dieslovým motorem je spojen elastickou spojkou. Díky této konstrukci bez sběracích kroužků a kartáčků nevyžaduje generátor údržbu.

Stator generátoru se skládá z plechového paketu, který je v hliníkovém odlitku tvořícím kryt.

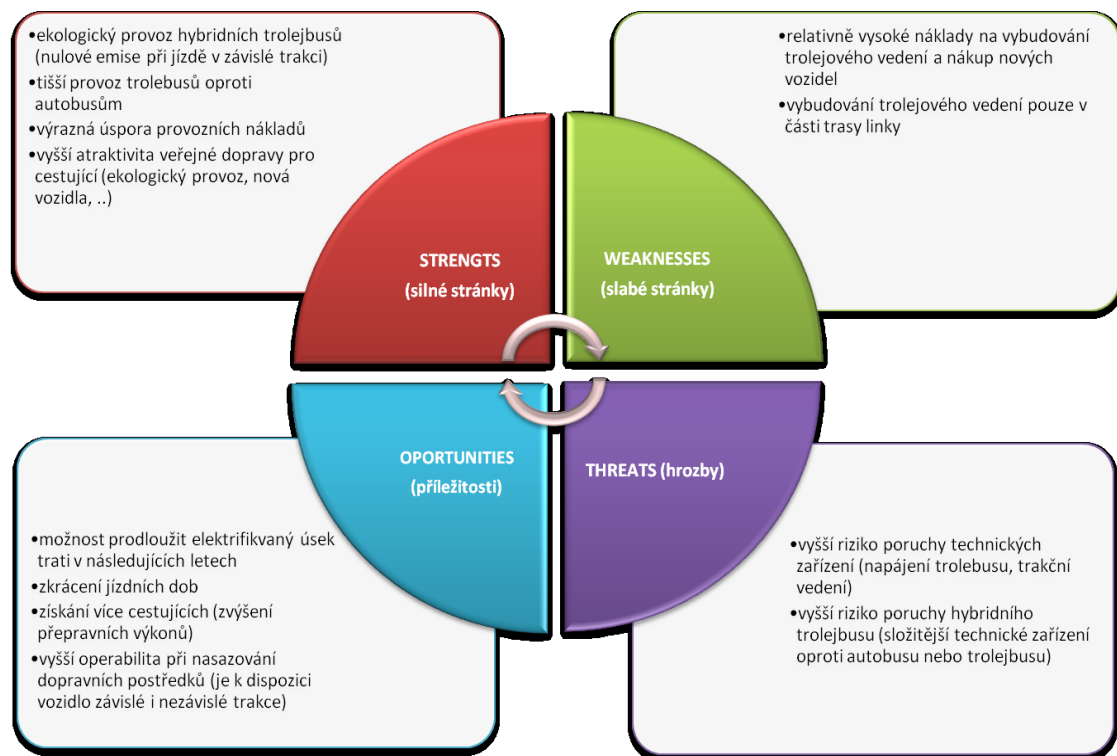
Chlazení generátoru je zajištěno spirálou z ušlechtilé oceli (s chladicí vodou), která je v hliníkovém krytu. Kryt je zcela uzavřen, je vodotěsný a prachotěsný, což odpovídá druhu ochrany IP 55.

Sám generátor je neuspořádaný a proto se jeho napětí bude měnit pomocí regulace otáček hnacího motoru. [5]



Obr. 10 Pomocný dieselaagregát Kirsch APU 100 DIPME [28]

3.8 SWOT analýza



4. Ekonomická analýza

4.1 Ekonomická analýza současného stavu

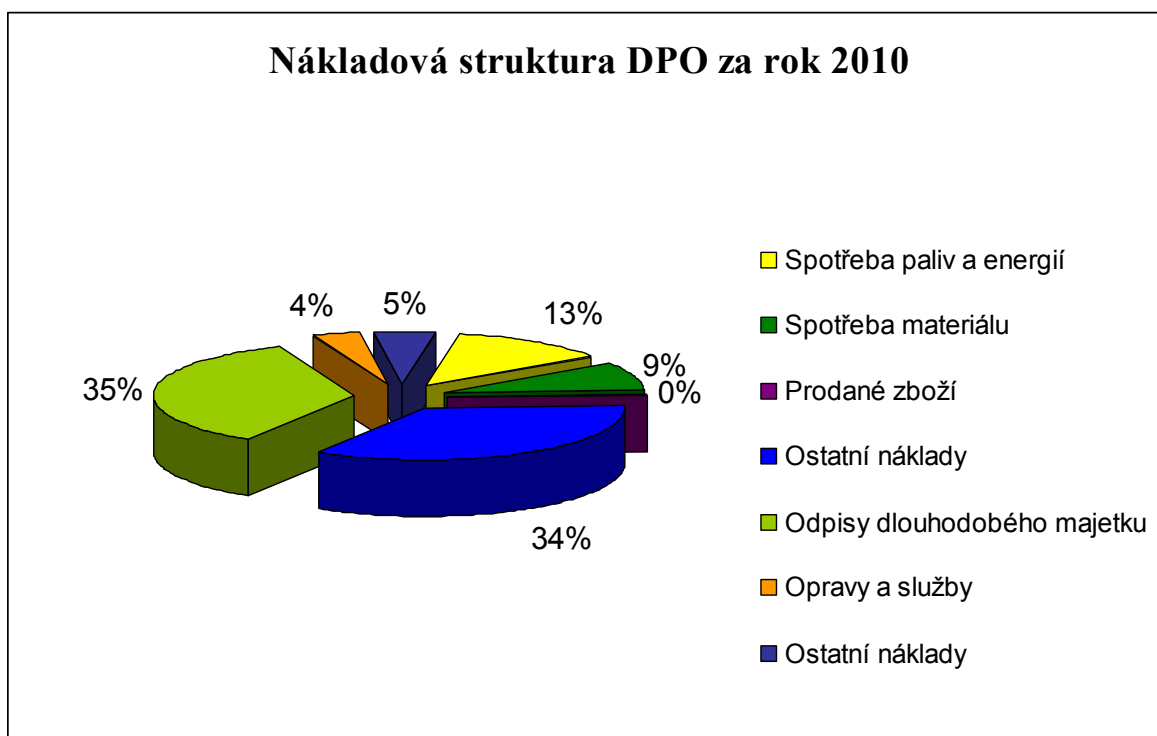
Za zásadní a nejvýznamnější metodu hodnocení ekonomiky každé obchodní společnosti lze pokládat hodnocení s využitím metod finanční analýzy. Finanční analýza se zabývá rozbory, ve kterých jsou podstatné čas a finance. Obsahem finanční analýzy je zpracovat poskytované informace o finančním účetnictví a komplexně zhodnotit finanční situaci podniku pomocí systému indikátorů, tak aby byla schopna jednoznačně informovat o svém skutečném stavu.

Prioritou finanční analýzy je získat přehled o hospodaření podniku, tak aby bylo možné zpětně posoudit rozhodnutí, předpovídat budoucí rozvoj a včas zareagovat na možné nabídky, které by mohly být klíčové. [2]

Výsledky hospodaření dopravního podniku Ostrava za rok 2010 je zaznamenáno v tabulce 22.

Nákladová struktura DP Ostrava za rok 2010		
	Náklady [tis. Kč]	Podíl [%]
Spotřeba paliv a energií	323 936	16,73
Spotřeba materiálu	221 593	11,44
Prodané zboží	3 615	0,19
Ostatní náklady	872 579	45,06
Odpisy dlouhodobého majetku	889 260	45,92
Opravy a služby	96 356	4,96
Ostatní náklady	129 334	6,68
Celkem	1 936 673	100

Tab. 22 Nákladová struktura DP Ostrava [27]



Graf. 1 Nákladová struktura DPO za rok 2010

4.2 Ekonomická analýza navrhovaného řešení

Ekonomická analýza slouží ke zjištění investičního a provozního rozpočtu pomocí kterého lze zjistit návratnost navrhovaného řešení. V této kapitole se zabývám výpočtem investičního rozpočtu, který zahrnuje výpočet pořizovacích cen dopravních prostředků, náklady na výstavbu trakčního vedení trolejbusů a náklady spojené se zavedením nového druhu dopravního prostředku. Dále se zabírám otázkou provozního rozpočtu, kde vyčísluji náklady spojené s provozem dopravních prostředků. Celou tuto kapitolu uzavírá výpočet návratnosti navrhovaného řešení a jeho zhodnocení. [2]

Investiční rozpočet

Investiční rozpočet je tvořen veškerými vynaloženými výdaji spojenými s pořízením nového dopravního prostředku a zavedením trakčního vedení na lince. V tabulce 23 a 24 jsou uvedeny celkové investiční náklady.

Náklady na pořízení dopravních prostředků			
Dopravní prostředek	počet kusů	cena [Kč/kus]	celková cena [Kč]
Škoda 25 Tr	2	12 500 000	25 000 000
Škoda 26 Tr	8	11 800 000	94 400 000
			Σ 119 400 000

Tab. 23 Náklady na pořízení dopravních prostředků

Náklady na výstavbu trakčního vedení			
Trakční vedení	délka [Km]	cena [Kč/km]	celková cena [Kč]
Výstavba trakčního vedení	12,036	9 000 000	108 324 000
			Σ108 324 000

Tab. 24 Náklady na výstavbu trakčního vedení

V tabulce 23 a 24 jsou uvedeny ceny jednotlivých investic při zavedení navrhovaného řešení. Ceny týkající se výstavby trakčního vedení jsou závislé na mnoho okolnostech jako jsou například topografie terénu, jeho geologické podloží nebo také členitost terénu. Průměrná cena takové to výstavby se pohybuje mezi 9 až 12 miliony korun. Trasa navrhované přestavby linky se nachází spíše v rovinném terénu bez výrazných převýšení. Z tohoto důvodu je cena za výstavbu volena na spodní hranici cenového rozmezí.

Provozní rozpočet

Provozní rozpočet je vytvořen pro jednotlivé typy hybridních trolejbusů vždy pro jedno vozidlo a nejdelší trasu. V tabulce 25 jsou uvedeny ukazatele rozpočtu pro hybridní trolejbusy typu Škoda 25 Tr a Škoda 26 Tr. V tabulce 26 a tabulce 27 je proveden výpočet celkových nákladů na jeden kilometr jízdy vozidla.

Název ukazatele	hodnota	jednotka
počet spojů v pracovní dny v obou směrech	96	
počet spojů o víkendech a svátcích v obou směrech	60	
délka linky	14,565	km
počet pracovních dní	250	den
počet ostatních dní	115	den
roční kilometrický proběh všech vozidel	450058,5	km
průměrný denní proběh 1 vozidla	45005,85	km/vůz/rok
počet vozidel	10	
délka 1 jízdy v závislé trakci	6,018	km
délka 1 jízdy v nezávislé trakci	8,547	km

Tab. 25 Ukazatele rozpočtu

průměrný denní kilometrický proběh v závislé trakci	50,95
průměrný denní kilometrický proběh v nezávislé trakci	72,36
průměrný denní kilometrický proběh	123,30
celkové náklady na 1 km jízdy vozidla	72,66

Tab. 26 Celkové náklady na 1 km jízdy vozidla Škoda 25 Tr

průměrný denní kilometrický proběh v závislé trakci	50,95
průměrný denní kilometrický proběh v nezávislé trakci	72,36
průměrný denní kilometrický proběh	123,30
celkové náklady na 1 km jízdy vozidla	70,71

Tab. 27 Celkové náklady na 1 km jízdy vozidla Škoda 26 Tr

Podrobné výpočty pro jednotlivé typy trolejbusů jsou uvedeny v příloze.

4.3 Zhodnocení řešení

Z tabulek uvedených výše lze vyčíst, že navrhované řešení obsluhy pomocí hybridního trolejbusu je finančně velice náročné. Největší položkou investičního rozpočtu je pořízení dopravních prostředků. Tato cena je značně navýšena oproti klasickému autobusu a to až o jednu třetinu ceny, z důvodu možnosti využití dvou pohonů. Celkové investiční náklady při započtení nákladů na výstavbu trakčního vedení realizaci tohoto projektu značně snižují. Výstavba dosahuje velmi vysokých nákladů na vybudování trakčního vedení na tak „krátké“ trase, kterou by využívala pouze jedna linka.

Ač byla myšlenka postavena na zlepšení ekonomiky v dopravě zavedením trakčního vedení, ukázalo se, že v důsledku jeho výstavby, které by využívala pouze jedna linka, by byla investice v tomto případě nevýhodná. Lepšímu výsledku by mohla napomoci myšlenka využití financování evropských fondů, která by mohla investice výrazně snížit, a tím ulehčit finančnímu rozpočtu města. Domnívám se však, že ani tahle cesta by nenapomohla k uskutečnění navrhovaného řešení. Jako reálné řešení by se jevilo zavést trakční vedení tak, aby ho mohlo využívat co nejvíce linek. Ze současné situace však usuzuji, že by změna vedla spíše k finančnímu neprospěchu projektu.

5. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout způsob obsluhy mezi Hlučínem a Ostravou pomocí hybridního trolejbusu. Ke zpracování této bakalářské práce bylo nezbytné vypracovat analýzu technických a technologických parametrů současného stavu linky. V dalším kroku byl proveden návrh elektrifikace daného úseku trati a byly vypočteny všechny nezbytné technologické údaje a následně zakresleny do grafikonu.

Po zjištění parametrů byl proveden výběr hybridních trolejbusů. Tento výběr byl proveden za pomoci bodovací metody, ve které byly přiděleny body vybraným kritériím a vypočteny hodnoty, podle kterých bylo určeno pořadí vozidel. Následně byly vybrány dvě vozidla s nejvyšším bodovým ohodnocením.

V další kapitole byly výpočtem zjištěny přepravní charakteristiky navrhované změny na jednotlivých trasách linky a zakresleny do grafikonu.

Poté jsem vypracovala SWOT analýzu, ve které jsou uvedeny silné a slabé stránky, hrozby a možné příležitosti vznikajících na lince zavedením trolejbusů s hybridním pohonem.

V závěru práce se zabývám ekonomickou analýzou navrženého řešení, ze které vychází, že se jedná o velmi nákladnou investici, která by městu spíše uškodila než aby mu pomohla najít zlepšení ekonomické stránky dopravy. Domnívám se, že navrhovanému projektu by nepomohla ani myšlenka financování stavby z evropských fondů. Usutečnitelné by se jevílo zavést trakční vedení tak, aby jej mohlo využívat co možná nejvíce linek, tak aby byla elektrifikace plně využívána.

Jediným možným řešením jak uspořít finance při zavedení jiného druhu pohonu, se tak jeví myšlenka využití pohonů z oblasti LPG, CNG nebo vodíku.

Poděkování

V závěru této práce bych chtěla poděkovat především mým rodičům a prarodičům za to, že mě při studiu podporovali. Také bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Ivaně Olivkové, Ph.D. a Ing. Michalovi Kremplovi za poskytnutí odborných konzultací a věcných rad při zpracování této práce.

Seznam použité literatury

Literatura

- [1] Surovec, P.: *Provoz a ekonomika silniční dopravy I*, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2000, ISBN 80-7078-735-X.
- [2] Surovec, P.: *Provoz a ekonomika silniční dopravy II*, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004, ISBN 80-248-0710-6.
- [3] Surovec, P.: *Provoz, ekonomika a řízení městské hromadné dopravy II*, Bratislava 1985, 150s.
- [4] Prof. Ing. František Vlk, DrSc.: *Alternativní pohony motorových vozidel*, Brno 2004, ISBN 80-239-1602-5
- [5] Dokumentace: *KIRSCH APU 100 DIPME EURO IV*, Trier

Webové zdroje

- [6] [online]. [cit.1.4.2012]. URL: <<https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-dotaz?dotaz=Dopravn%C3%AD+podnik+Ostrava>>
- [7] [online]. [cit.15.4.2012]. URL: <<http://zrusenetrata.wz.cz/pages/trate/hlucin.htm>>
- [8] [online]. [cit.12.3.2012]. URL: <<http://www.ostrava.cz/cs/o-meste/aktualne/sty-nizkopodlazni-autobus-zamiril-do-ostravskych-ulic/sty-solaris-urbino-pro-ostravu/view>>
- [9] [online]. [cit.10.2.2012]. URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Karosa_B932>
- [10] [online]. [cit.9.3.2012]. URL: <<http://www.mhd.estranky.cz/fotoalbum/>>
- [11] [online]. [cit.10.2.2012]. URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Karosa_B_941>
- [12] [online]. [cit.16.2.2012]. URL: <<http://galerieautobusu.cz/Fotka~Karosa~B941~17~2/>>
- [13] [online]. [cit.10.2.2012]. URL: <http://korviny.cz/mca7/soubory/teorie_mca.pdf>
- [14] [online]. [cit.13.4.2012]. URL: <http://blogtransportowy.blox.pl/tagi_b/17152/skoda.html>
- [15] [online]. [cit.8.4.2012]. URL: <<http://www.plzensketrolejbusy.cz/vozy/526.php>>
- [16] [online]. [cit.18.5.2012]. URL: <http://www.fotodoprava.com/opava_foto2.htm>
- [17] [online]. [cit.16.5.2012]. URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Trolejbus>>
- [18] [online]. [cit.23.4.2012]. URL: <<http://www.hlucin.cz/>>
- [19] [online]. [cit.3.4.2012]. URL: <<http://www.ostrava.cz/cs/o-meste>>

- [20] [online].[cit.18.4.2012]. URL: <<http://jizdnirady.idnes.cz/autobusy/spojeni/?mhd=1>>
- [21] [online].[cit.2.4.2012]. URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Solaris_Urbino_12>
- [22] [online].[cit..5.4.2012]. URL: <<http://www.solarisbus.pl/cz/urbino.html>>
- [23] [online].[cit.25.4.2012]. URL: <<http://www.mhd-ostrava.cz/?s=infrastruktura>>
- [24] [online].[cit.26.4.2012]. URL: < http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_25Tr_Irisbus>
- [25] [online].[cit.11.5.2012]. URL: < http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_26Tr_Solaris>
- [26] [online].[cit.16.3.2012]. URL: < http://www.dip.cz/vystup.php?path=files/cz_files/cz_files-17.txt>
- [27] [online].[cit.6.2.2012]. URL: < http://www.dpo.cz/spolecnost/v_zpravy/2010.pdf>
- [28] [online].[cit.5.2.2012]. URL: <http://www.kirschenergie.de/fileadmin/user_upload/redakteur/pdf/Ref_list_apu_20103108_englisch_kl.pdf>
- [29] [online].[cit.10.5.2012]. URL: <http://page2rss.com/024a3e15218f7128fb8b7f41dcc68c96/5132414_5136195>
- [30] [online].[cit.2.2.2012]. URL: < <http://spvd.cz/index.php/hlucin>>

Používaný software

Autodesk AutoCad Mechanical 2011 - Studentská verze

Přílohy

Příloha A: Stříška pro nasazování sběračů

Příloha B: Ukázka nasazování sběračů na trolej

Příloha C: Náklady – Trolejbus Škoda 25 Tr

Příloha D: Náklady – Trolejbus Škoda 26 Tr

Příloha A: Stříška pro nasazování sběračů



Příloha B: Ukázka nasazování sběračů na trolej



Příloha C: Náklady – Trolejbus Škoda 25 Tr

Škoda 25 Tr				
Fixní náklady (paušální sazba za každý započatý den a vozidlo)				
<i>Druh nákladů</i>	<i>sazba [Kč/den/vozidlo]</i>		<i>Vstupní údaje</i>	
odpisy	3 425		pořizovací cena vozidla [Kč]	12 500 000
			roční odpis	10%
opravy + údržba	25		údržba vozidla [Kč/měsíc]	6 000
			počet dnů v provozu za měsíc	30
mzda řidiče	2 808		nákladová mzda [Kč/hod]	180
			počet řidičů na 1 auto	1,3
			další mzdové náklady [Kč]	0
			ubytování [Kč]	0
			denní doba provozu [hod]	12
silniční daň	48		silniční daň [Kč/rok]	17 400
			počet dnů v provozu	365
pojištění	34		pojištění [Kč/rok]	12 354
režie	530		podíl režie na nákladech	15%
zisk	177		výše zisku	5%
CELKEM (fix)	7 045			
Variabilní náklady				
<i>Druh nákladů</i>	<i>sazba [Kč]</i>		<i>Vstupní údaje</i>	
pohonné hmoty (nafta)	889		jízdní výkon [km]	72,36
			cena PHM [Kč/litr]	35,1
			spotřeba PHM [litr/100km]	35
pohonné hmoty (elektřina)	547		jízdní výkon [km]	50,95
			spotřeba TE [kWh/vozokm]	2,8
			cena trakční energie [kWh/kč]	2,7
pneumatiky	159		náklady na pneumatiky [Kč/km]	2,20
režie	239			
zisk	80			
CELKEM (var)	1 914			
počet dnů výkonu	1			
CELKOVÁ CENA	8 960			

Příloha D: Náklady – Trolejbus Škoda 26 Tr

Škoda 26 Tr				
Fixní náklady (paušální sazba za každý započatý den a vozidlo)				
<i>Druh nákladů</i>	<i>sazba [Kč/den/vozidlo]</i>		<i>Vstupní údaje</i>	
odpisy	3 233		pořizovací cena vozidla [Kč]	11 800 000
			roční odpis	10%
opravy + údržba	25		údržba vozidla [Kč/měsíc]	6 000
			počet dnů v provozu za měsíc	30
mzda řidiče	2 808		nákladová mzda [Kč/hod]	180
			počet řidičů na 1 auto	1,3
			další mzdové náklady [Kč]	0
			ubytování [Kč]	0
			denní doba provozu [hod]	12
silniční daň	65		silniční daň [Kč/rok]	23 700
			počet dnů v provozu	365
pojištění	47		pojištění [Kč/rok]	16 988
režie	505		podíl režie na nákladech	15%
zisk	168		výše zisku	5%
CELKEM (fix)	6 851			
Variabilní náklady				
<i>Druh nákladů</i>	<i>sazba [Kč]</i>		<i>Vstupní údaje</i>	
pohonné hmoty (nafta)	889		jízdní výkon [km]	72,36
			cena PHM [Kč/litr]	35,1
			spotřeba PHM [litr/100km]	35
pohonné hmoty (elektřina)	508		jízdní výkon [km]	50,95
			spotřeba TE [kWh/vozokm]	2,6
			cena trakční energie [kWh/kč]	2,7
pneumatiky	159		náklady na pneumatiky [Kč/km]	2,20
režie	233			
zisk	78			
CELKEM (var)	1 867			
počet dnů výkonu	1			
CELKOVÁ CENA	8 718			